

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-212752

(P2000-212752A)

(43) 公開日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

マークシート(参考)

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/455

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

B

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-8699(P2000-8699)

(22) 出願日 平成12年1月18日(2000.1.18)

(31) 優先権主張番号 1999P-1279

(32) 優先日 平成11年1月18日(1999.1.18)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 蔡 允 淑

大韓民国ソウル特別市東大門区典農2洞

103-582番地

(72) 発明者 全 麟 商

大韓民国ソウル特別市冠岳区奉天11洞180

-354番地 聖徳ビル302号

(74) 代理人 100086368

弁理士 萩原 誠

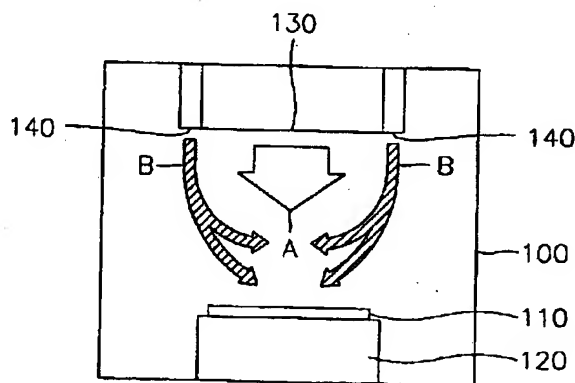
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッド

(57) 【要約】

【課題】 汚染粒子の増加及び蒸着速度の低下の問題を同時に解決する反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドを提供する。

【解決手段】 第1反応ガスBと残りの反応ガスAとが互いに混合しないように、個々のガス注入口を介して、第1反応ガスBは基板110の縁部に向けて流入し、残りの反応ガスAは基板110の中心部に向けて個々に流入する。さらに、第1反応ガスB及び残りの反応ガスAがシャワーヘッド内にて互いに混合しないように、通路を個々に設け、第1反応ガスBの放出口140はシャワーヘッドの底面の縁部に形成し、残りの反応ガスAの放出口130はその中央部に形成する。これによりシャワーヘッド及び反応チャンバ100の内部における汚染粒子の生成を抑え、蒸着速度を増大させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応チャンバ内に載置された基板に所定の膜を蒸着するため、相互反応性のある2種類又はそれ以上の反応ガスを前記反応チャンバ内に流入する反応チャンバガス流入方法であって、

第1反応ガスと残りの反応ガスとは互いに混合しないように個々のガス注入口を介して供給され、前記第1反応ガスは前記基板の縁部に向けて流入し、前記残りの反応ガスは前記基板の中心部に向けて流入させることを特徴とする反応チャンバガス流入方法。

【請求項2】 前記所定の膜は、原子層成長法(ALD)により蒸着されることを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項3】 前記第1反応ガス及び残りの反応ガスは、それぞれ所定の時間交互に流入させることを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項4】 前記第1反応ガス及び残りの反応ガスは、それぞれ円滑な供給のために運搬ガスと共に流入させることを特徴とする請求項3に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項5】 前記運搬ガスは、不活性気体であることを特徴とする請求項4に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項6】 前記第1反応ガス及び残りの反応ガスを流入する間は、所定時間前記運搬ガスのみを流入して前記反応チャンバをパージすることを特徴とする請求項4に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項7】 前記残りの反応ガスには、前記第1反応ガスと反応性のある第2及び第3反応ガスが含まれ、この第2及び第3反応ガスは同じガス注入口を介して互いに混合するように同時に流入するか、或いは互いに混合しないように間をおいて交互に流入するいずれかの方法により供給することを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項8】 前記残りの反応ガスには、前記第1反応ガスと反応性のある第2及び第3反応ガスが含まれ、前記第2及び第3反応ガスは互いに混合しないように個々のガス注入口を介して流入させることを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項9】 前記第1反応ガスは前記反応チャンバの上方の縁部に設けられたガス注入口を介して上方から流入し、前記残りの反応ガスは前記反応チャンバの上方の中央部に設けられたガス注入口を介して上方から流入することを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項10】 前記第1反応ガスは前記反応チャンバの側面に設けられたガス注入口を介して側面から流入し、前記残りの反応ガスは前記反応チャンバの上方の中央部に設けられたガス注入口を介して上方から流入することを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流

入方法。

【請求項11】 前記第1反応ガスは前記反応チャンバの底面の縁部に設けられたガス注入口を介して下方から流入し、前記残りの反応ガスは前記反応チャンバの上方の中央部に設けられたガス注入口を介して上方から流入することを特徴とする請求項1に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項12】 反応チャンバ内に載置された基板上に所定の物質を蒸着するために前記物質の一部の元素を含む第1反応ガス、及び前記第1反応ガスと反応して前記物質を形成する第2反応ガスを個々のガス注入口を介して流入する反応チャンバガス流入方法であって、

(a) 前記基板の縁部に向けて前記第1反応ガスを所定時間流入するステップと、

(b) 前記第1反応ガスの流入を遮断し、前記反応チャンバ内に残留する反応ガスをパージするステップと、

(c) 前記基板の中心部に向けて前記第2反応ガスを所定時間流入するステップと、

(d) 前記第2反応ガスの流入を遮断し、前記反応チャンバ内に残留する反応ガスをパージするステップとを含むことを特徴とする反応チャンバガス流入方法。

【請求項13】 前記ステップ(a)及び(c)のそれぞれは前記第1及び第2反応ガスの円滑な供給のために運搬ガスを共に流入し、前記ステップ(b)及び(d)のそれぞれは前記第1及び第2反応ガスを遮断して運搬ガスのみを流入し続けることによりパージすることを特徴とする請求項12に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項14】 前記運搬ガスは、不活性気体であることを特徴とする請求項13に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項15】 前記物質は、所望の膜厚にて蒸着するため、前記ステップ(a)ないしステップ(d)を繰り返すことを特徴とする請求項12に記載の反応チャンバガス流入方法。

【請求項16】 下部に基板が載置された反応チャンバの上部に装着されて、互いに反応性のある2種類またはそれ以上の反応ガスを供給するシャワーヘッドであって、

前記シャワーヘッドの上面に形成され、第1反応ガスの供給源から前記第1反応ガスを供給する第1ガス供給口と、

前記シャワーヘッドの上面に形成され、前記第1反応ガスを除いた残りの反応ガスの供給源から前記残りの反応ガスを供給する残りのガス供給口と、

前記シャワーヘッドの底面の縁部に形成された多数の第1ガス放出口と、

前記シャワーヘッドの底面の中央部に多数形成された残りのガス放出口と、

前記シャワーヘッドの胴体内部に形成され、前記第1ガ

ス供給口と前記多数の第1ガス放出口とを結ぶ第1ガス通路と、
前記シャワーヘッドの胴体内部に前記第1ガス通路と独立的に形成され、前記残りのガス供給口と前記多数の残りのガス放出口とを結ぶ残りのガス通路とを含むことを特徴とするシャワーヘッド。

【請求項17】 前記多数の第1ガス放出口は、前記多数の残りのガス放出口に比べ下方にさらに延在させて、前記シャワーヘッドを前記反応チャンバの上部に装着したとき、前記多数の第1ガス放出口が前記基板にさらに近接するように設けたことを特徴とする請求項16に記載のシャワーヘッド。

【請求項18】 前記多数の第1ガス放出口が形成された前記シャワーヘッドの底面の縁部の半径は、前記基板の半径以上の大きさに設けていることを特徴とする請求項16に記載のシャワーヘッド。

【請求項19】 前記残りの反応ガスには、前記第1反応ガスと反応性のある第2及び第3反応ガスが含まれ、前記第2及び第3反応ガスを供給するための前記残りのガス通路をそれぞれ独立的に設けて流入させることを特徴とする請求項16に記載のシャワーヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドに係り、より詳細には半導体装置の製造に際して相互反応性のある2種類以上の反応ガスを流入して基板上に所定の膜を蒸着させる反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】気体状の物質を供給して基板上に所定の膜を形成する方法には、物理気相蒸着法(Physical Vapor Deposition:スパッタリングとも言う。以下、PVD)、化学気相蒸着法(Chemical Vapor Deposition、以下、CVD)、原子層成長法(Atomic Layer Deposition、以下、ALD)、パルスCVD(Pulsed CVD、以下、PCVD、パルスCVDの詳細については後述する)などがある。本発明は、特にCVD、ALD、PCVDに適用可能なガス流入方法に関するものであり、先ず、従来のガス流入方法及びその問題点を添付した図面に基づき説明すれば、以下の通りである。一般に、気相蒸着により所定の膜を形成するとき、ソースガス(反応ガス)は反応チャンバの上部に装着されたシャワーヘッドにより供給される。図1は、このような従来の混合式シャワーヘッドの構造を示した断面図である。また、図2は、図1に示したシャワーヘッドの底面図である。

【0003】図1及び図2に示すように、従来のシャワーヘッドは、第1及び第2反応ガスがそれぞれの注入口

12、14を介して弁16の開閉動作に応じて同時、或いは異なるタイミングのいずれかによりシャワーヘッド10内に流入させる。第1及び第2反応ガスは、シャワーヘッド10内にて混合され、シャワーヘッド10の底面の放出口18から放出されて反応チャンバ内に載置した基板(図示せず)上に蒸着される。ところが、この構造のシャワーヘッド10(混合式)は、特に第1及び第2反応ガスが相互反応性がある場合、シャワーヘッド10内にて互いに反応して粒子を生成し、シャワーヘッド10内に蒸着されることにより、シャワーヘッドが汚れ易い問題があった。

【0004】この問題を解決するため、第1及び第2反応ガスの供給を個々に行う分離式のシャワーヘッド30が提案された。図3は、このような従来の分離式シャワーヘッドの構造を示した断面図である。また、図4は、図3に示したシャワーヘッドの底面図である。図3及び図4に示すように、従来の分離式シャワーヘッドは、第1及び第2反応ガスがシャワーヘッド30内にて互いに反応しないように、個々の通路を設けて別々の放出口38、40から放出されるように形成されている。ところが、2種類以上の反応ガスを交互に流入して膜を蒸着する場合には、1つの反応ガス、例えば、第1反応ガスのみが流入するタイミングのとき、第2反応ガスのための通路に第1反応ガス及び反応チャンバ内に残留する他の反応物などが逆流して溜まってしまい、以後、第2反応ガスが流入すると互いに反応して汚染粒子を生成する問題があった。これは、第1反応ガスが流入する通路でも同様である。

【0005】一方、第1及び第2反応ガスの流入に際しては、反応ガスの運搬(排出)を助けるため、不活性ガスよりなる運搬ガスを所定の流量にて共に流入することが可能である。この場合、前述した問題を解決するため、運搬ガスを反応ガスの流入タイミングとは異なって流入し続けたり、また、この運搬ガスによるバージガス(前述したように、運搬ガスを流入し続けて両反応ガスを共に混合しないタイミングで交互に供給した場合、この運搬ガスが反応ガスを排出させるバージガスとして機能する)の流量を増やしてシャワーヘッド及び反応チャンバ内に残留する反応ガスをバージさせることにより、流入していない反応ガスの通路に他の反応ガスが逆流することを防止する方法が提案されている。

【0006】ところが、かかる運搬ガスの継続的な流入やバージガスの流量の増加は、基板上に吸着した反応ガスまでバージしてしまい、結果として膜の蒸着速度が顕著に低下する問題があった。例えば、図3及び図4に示したシャワーヘッドを用い、基板上にTiN膜を蒸着するとき、バージガスの流量と蒸着速度との関係をグラフにて示したものが図5である。ここで、第1反応ガスとしてはTiCl₄、第2反応ガスとしてはNH₃を用い、バージガスとしてはArを用いた。図5に示すグラフが

ら明らかなように、パージガスの流量を200 sccm以上に増やすと、TiN膜の蒸着速度が10 Å/min以下に顕著に低下してしまい、実際の量産工程に適用しづらくなる。また、数回の実験により、パージガスの流量は、約500 sccmを境界にしてそれ以上にすると、汚染粒子の問題はなくなることが確認できた。しかし、500 sccm以上にすると、TiN膜の成長速度があまりにも遅いことが解った。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドでは、図1に示したように、第1反応ガスと第2反応ガスとが相互反応することにより粒子を生成してシャワーヘッド10の胴体内に蒸着するため、シャワーヘッドが汚れ易いという不具合があった。また、このような不具合を解決するため、運搬ガスによりシャワーヘッド及び反応チャンバ内に残留する反応ガスをパージする場合、運搬ガスの流量によっては基板上に吸着した反応ガスまでパージされてしまい、結果として膜の蒸着速度が顕著に低下するとともに、この運搬ガスの流量を調節することが困難であるという不具合があった。本発明は、前述した課題を解決し、汚染粒子の増加及び蒸着速度の低下の問題を同時に解決する反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前述した目的を達成するため、本発明による反応チャンバガス流入方法は、反応チャンバ内に載置された基板に所定の膜を蒸着するために相互反応性のある2種類またはそれ以上の反応ガスを反応チャンバ内に流入する方法であって、第1反応ガスと残りの反応ガスとは互いに混合しないように個々のガス注入口を介して供給され、第1反応ガスは基板の縁部に向けて流入し、残りの反応ガスは基板の中心部に向けて流入させる。ここで、所定の膜は、ALD或いはPCVD方法により蒸着するのが良い。さらに、第1反応ガスと反応性のある第2及び第3反応ガスのそれぞれは、共に流入可能にするとともに、同じガス注入口を介して互いに混合するように同時に流入するか、或いは互いに混合しないように所定の時間をおいて交互に流入するいずれかの方法により供給する。さらに、第2及び第3反応ガスは、独立したガス注入口を介して流入することもできる。

【0009】さらに、本発明による反応チャンバガス流入方法の他の実施の形態は、反応チャンバ内に載置された基板上に所定の物質を蒸着するため、この物質の一部の元素を含む第1反応ガス及び第1反応ガスと反応して物質を形成する第2反応ガスを個々のガス注入口を介して流入する方法であって、基板の縁部に向けて第1反応ガスを所定時間流入するステップと、第1反応ガスの流

入を遮断して反応チャンバ内に残留する反応ガスをパージするステップと、基板の中心部に向けて第2反応ガスを所定時間流入するステップと、第2反応ガスの流入を遮断して反応チャンバ内に残留する反応ガスをパージするステップとを備える。ここで、第1及び第2反応ガスを流入するステップのそれぞれは第1及び第2反応ガスの円滑な供給のために運搬ガスを共に流入するとともに、反応ガスをパージするステップのそれぞれは第1及び第2反応ガスを遮断して運搬ガスのみを流入し続けることによりパージしても良い。さらに、物質は、所望の膜厚にて蒸着するため、第1反応ガスを流入するステップ及びパージするステップと、第2反応ガスを流入するステップ及びパージするステップとを繰り返しても良い。

【0010】また、前述した目的を達成するために、本発明によるシャワーヘッドは、下部に基板が載置された反応チャンバの上部に装着されて互いに反応性のある2種類又はそれ以上の反応ガスを反応チャンバに供給するシャワーヘッドであって、シャワーヘッドの上面に形成されて第1反応ガスの供給源から第1反応ガスを供給される第1ガス供給口と、シャワーヘッドの上面に形成されて第1反応ガスを除いた残りの反応ガスの供給源から残りの反応ガスを供給する残りのガス供給口と、シャワーヘッドの底面の縁部に形成された多数の第1ガス放出口と、シャワーヘッドの底面の中央部に多数形成された残りのガス放出口と、シャワーヘッドの胴体の内部に形成されて第1ガス供給口と多数の第1ガス放出口とを結ぶ第1ガス通路と、シャワーヘッドの胴体内部に第1ガス通路と独立的に形成されて残りのガス供給口と多数の残りのガス放出口とを結ぶ残りのガス通路とを備える。ここで、第1ガス放出口は、残りのガス放出口に比べて下方にさらに延在させ、シャワーヘッドが反応チャンバの上部に装着されたとき、第1ガス放出口をチャンバ内に設置された基板にさらに近接しても良い。また、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドは、相互反応性のある反応ガスを、一方は基板の縁部に向け、他方は基板の中心部に向けて独立的に流入させることにより、シャワーヘッド及び反応チャンバの内部に汚染粒子が生成することを防止し、さらに速い蒸着速度を得ることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドの実施の形態について詳細に説明する。先ず、本発明による反応チャンバガス流入方法に用いるのに好適なシャワーヘッドの構造について説明する。図6は、本発明によるシャワーヘッドの第1の実施の形態を示す断面図である。また、図7は、図6に示したシャワーヘッドの底面図である。

【0012】図6に示すように、本発明によるシャワーヘッドの第1の実施の形態は、上部に第1及び第2反応

ガスを各々供給するためのガス供給ライン62及び64と弁66、第1及び第2反応ガスの運搬（排出）及びシャワーヘッド60と反応チャンバのバージのためのバージガス（運搬ガス）を注入する供給ライン68及び弁70が具備されている。シャワーヘッド60の内部は、第1及び第2反応ガスが互いに混合しないように個々の通路を設け、特に一方の反応ガスはシャワーヘッド60の底面の縁部72に放出されるようにし、他の反応ガスはシャワーヘッド60の下面の中央部74に放出されるようにする。すなわち、図7に示すように、シャワーヘッド60の底面は、その縁部に第1反応ガスの放出口72が所定間隔をおいて多数形成され、中央部に第2反応ガスの放出口74が所定間隔をおいて多数形成される。また、第2反応ガスの供給ライン64には、第1反応ガスと反応性のある第3反応ガスを第2反応ガスと共に供給することができる。このとき、第2反応ガスと第3反応ガスとは、お互いに反応性がない場合或いは弱い場合には同時に供給し、一方反応性がある場合には所定の時間をおいて交互に供給する。

【0013】次に、図8及び図9を参照して、本発明によるシャワーヘッドの第2の実施の形態を詳細に説明する。図8は、本発明によるシャワーヘッドの第2の実施の形態を示す断面図である。また、図9は、図8に示したシャワーヘッドの底面図である。図8及び図9に示すように、本発明によるシャワーヘッドの第2の実施の形態は、図6及び図7に示したシャワーヘッドに、第3反応ガスを流入するための第3反応ガス供給ライン86と、底面の中央部に第1及び第2ガス放出口94、96とは別に独立した第3ガス放出口98とを新たに具備している。ここで、第3反応ガス供給ライン86と第3ガス放出口98とを結ぶための第3反応ガス通路は、第1及び第2反応ガス通路と互いに分離し、3種類の反応ガスを互いに独立的に流入できるように形成している。また、このような図6乃至図9に示したシャワーヘッドは、第1反応ガスの放出口72、94が第2反応ガスの放出口74または第3反応ガスの放出口96、98に比べて下方にさらに延在されて、反応チャンバ内に載置された基板とさらに近接するようにしても良い（図11参照）。そして、シャワーヘッドの半径は基板の半径以上の大きさに形成して、第1反応ガスの放出口72、94を基板の縁部又はその外側に向わせれば良い。

【0014】次に、本発明による反応チャンバガス流入方法の実施の形態について詳細に説明する。図10は、本発明による反応チャンバガス流入方法の第1の実施の形態を示す図である。まず、図10を参照すると、第1反応ガス及び運搬ガスは、シャワーヘッドの縁部に形成された放出口140から放出されて、反応チャンバ100内の基板ホルダ120に載置された基板110の縁部に向けて流入され（B）、第2反応ガス及び運搬ガスは、シャワーヘッドの中央部に形成された放出口130

から放出されて、基板110の中心部に向けて流入される（A）。これにより、バージガス（運搬ガス）の基板における直接的なバージ効果が減少され、バージガスの流入量を増やした場合であっても、蒸着速度の減少は抑えられる。加えて、第1及び第2反応ガスのそれぞれは、個々の反応ガスの放出口に逆流しづらく、その結果シャワーヘッドの内部及びガス供給ラインの汚染が防止される。このとき、第1反応ガスの放出口140は、基板110の上に吸着した第2反応ガスの過度なバージを防止すべく、基板110の縁部から外れるように、基板110の外側に向ければ良い。これは、前述したように該半径が基板の半径以上であるシャワーヘッドを用いることにより容易に成し遂げられる。

【0015】次に、図11乃至13を参照して、本発明による反応チャンバガス流入方法の他の実施の形態を詳細に説明する。図11は、本発明による反応チャンバガス流入方法の第2の実施の形態を示す図である。また、図12は、本発明による反応チャンバガス流入方法の第3の実施の形態を示す図である。また、図13は、本発明による反応チャンバガス流入方法の第4の実施の形態を示す図である。ここで、図10と同じ要素に対しては同じ参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0016】図11に示すように、本発明による反応チャンバガス流入方法の第2の実施の形態は、第1反応ガスの放出口142が第2反応ガスの放出口130に比べて基板110側にさらに延在された構造のシャワーヘッドを用いることにより、流入される第1反応ガス（C）と第2反応ガス（A）との相互逆流を一層効率よく防止することができる。これは、前述したように第1反応ガスの放出口が第2反応ガスの放出口に比べて下方にさらに延在されたシャワーヘッドを用いることにより容易に成し遂げられる。また、図12に示すように、本発明による反応チャンバガス流入方法の第3の実施の形態においては、シャワーヘッドが第2反応ガスのみを流入し（A）、第1反応ガスは反応チャンバの側面から基板11側に流入する（D）。そして、図13に示すように、本発明による反応チャンバガス流入方法の第4の実施の形態においては、シャワーヘッドが第2反応ガスのみを流入し（A）、第1反応ガスは反応チャンバの下方の縁部から流入する（E）。

【0017】一方、前述のような本発明による反応チャンバガス流入方法の実施の形態において、第1及び第2反応ガスは、それぞれ所定時間交互に流入するPCVD方式により流入しても良い。PCVDは、本出願人により1998年9月29日付けにて出願され、1999年6月29日付けにて出願公開された特開平11-172438号公報、“化学気相蒸着法による金属窒化膜の形成方法及びこれを用いた半導体装置の金属コンタクト形成方法”に具体的な記載がある。これを参照すると、PCVDとは、第1反応ガス→バージガス→第2反応ガス

→パージガスの順番に反応ガス及びパージガスを交互に所定時間流入して化学気相蒸着する方法であって、ALDに類似であるが、ALDは基板上に化学吸着された反応ガスのみを残してパージする一方、パルスCVDは化学吸着のみでなく、物理吸着された反応ガスまで残し、蒸着速度を顕著に速めた点で違う。

【0018】以下、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドをPCVDに適用した実施の形態について詳細に説明する。まず、図10乃至図13に示した装置のうちいずれかの構造をもつ反応チャンバ100に半導体ウェーハ110又は多数の基板が収納されたウェーハポート(図示せず)を引き込んで、反応チャンバ100内の温度及び圧力を所定のレベルに設定して安定化させる。

【0019】次に、第1反応ガス供給ラインに設けられた弁を解放して第1反応ガスを所定時間流入する(B、C、D又はE)。すると、ウェーハ110の縁部に向けて流入された第1反応ガスは、ウェーハ110上に物理的又は化学的に吸着させる。このとき、第1反応ガスの円滑な供給のため、運搬ガスを第1反応ガスと共に流入しても良い。この運搬ガスとしては不活性ガスをを用い、且つパージガスのための供給ライン68を介して流入可能である。また、第1反応ガス供給ラインに設けられた弁を閉鎖して第1反応ガスの供給を遮断し、所定時間パージガスを流入して、ウェーハ110上に吸着せずに、シャワーヘッド及び反応チャンバの内部に残留している反応ガスをパージする。このとき、第1反応ガスと共に運搬ガスを流入した場合には、別途のパージガスを流入する必要がなく、第1反応ガスのみを遮断し、運搬ガスを流入し続けることによりパージを行う。

【0020】次に、第2反応ガスを所定時間流入する(A)。これにより、ウェーハ110の中心部に向けて

流入された第2反応ガスは、ウェーハ110上に吸着してある第1反応ガスと反応して所望の物質膜を形成する。このとき、第2反応ガスの円滑な供給のため、不活性ガスよりなる運搬ガスを第2反応ガスと共に流入しても良い。さらに、第2反応ガスの供給を遮断し、所定時間パージガスを流入して、ウェーハ110上に物質膜を形成することなく、シャワーヘッド及び反応チャンバの内部に残留する反応ガスまたは汚染粒子をパージする。このとき、第2反応ガスと共に運搬ガスを流入した場合には、別途のパージガスを流入する必要がなく、第2反応ガスのみを遮断し、運搬ガスを流入し続けることによりパージを実行する。以上の如く本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドをPCVDに適用した実施の形態によると、第1反応ガスの流入→パージ→第2反応ガスの流入→パージといったサイクルを所望の膜厚または物質膜が形成されるまで繰り返すことができる。さらに、第1反応ガス及び第2反応ガスのうち、いずれかを先に流入するかは、形成しようとする膜の性質に応じて変更可能である。

【0021】次に、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドを用いて、PCVD方式により基板上に物質膜を蒸着した実験例を詳細に説明する。この実験例においては、従来の反応チャンバガス流入方法(従来の方法)による効果と本発明による反応チャンバガス流入方法(本発明による方法)の効果とを比較するため、それぞれ図3及び図6に示したシャワーヘッドを用い、基板上にTiN膜を形成した。第1反応ガスとしてはNH₃、第2反応ガスとしてはTiCl₄、運搬及びパージガスとしてはArを用いた。従来の方法及び本発明による方法それぞれの工程条件及び1サイクルは下記の通りである。

【0022】

<従来の方法>

基板温度: 500℃

圧力: 3Torr (約399Pa)

1サイクル: NH₃ 100sccm + Ar 120sccm (2秒) →
Ar 120sccm (4秒) → TiCl₄ 3sccm +
Ar 120sccm (2秒) → Ar 120sccm (4秒)

<本発明による方法>

基板温度: 500℃

圧力: 4Torr (約532Pa)

1サイクル: NH₃ 100sccm + Ar 600sccm (2秒) →
Ar 600sccm (4秒) → TiCl₄ 3sccm +
Ar 600sccm (2秒) → Ar 600sccm (4秒)

以上のような条件下で、それぞれ数十サイクルを行って得られた結果は、下記表1の通りである。

【0023】

【表1】

| | 従来の方法 | 本発明による方法 |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 蒸着速度 ($\text{\AA}/\text{min}$) | ≈ 30 | > 30 |
| 汚染粒子の数 | > 8000 | < 50 |
| 面抵抗 ($\mu\Omega\text{-cm}$) | 150 | 116 |
| 面抵抗の均一度 (%) | 14.3 (標準偏差) 30 (最大偏差) | 8.4 (標準偏差) 14.1 (最大偏差) |

【0024】表1から明らかなように、蒸着速度は2つの方法が似ているが、基板上に形成された汚染粒子の数からは顕著な違いが見られる。すなわち、従来の方法においては、8000個以上の汚染粒子が見られたが、本発明による方法においては、50個未満になっていることが見られた。一方、前述したように、従来の方法において運搬及びパージガス (Ar) の流量を増やすと、汚染粒子の数は減る。例えば、前述した条件による従来の方法において、Arの流量を600 sccmに増やし、残りの条件は同一にすると、汚染粒子の数は減るが、蒸着速度は $8\text{\AA}/\text{min}$ 以下に低下した。この低い蒸着速度は、従来の方法を量産工程に適用しにくくする原因となる。

【0025】また、本発明による方法は、蒸着速度及び汚染粒子の数のみでなく、面抵抗及びその均一度の面からも、従来の方法に比べより良好な結果が得られることが分かる。すなわち、この実験例において蒸着したTiN膜は、一般に、バリア金属層として用いられることから、その面抵抗が小さければ小さいほど好ましいが、表1から明らかなように、本発明による方法は、従来の方法に比べ一層小さい面抵抗値が得られたほか、その均一度の面からも、優れた結果が得られた。ここで、面抵抗は、4点探針方式により基板の49ヵ所にて測定した。

【0026】以上、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドを用い、PCVD方式により基板上に物質膜を蒸着した実験例を詳細に説明したが、本発明による方法は、2種類の反応ガスを用いる蒸着工程のみでなく、例えば、BST ($(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$) などのように、3種類以上の反応ガスを用いる蒸着工程にも適用可能である。このように、3種類以上の反応ガスを用いる蒸着工程においては、図8に示したように、シャワーヘッド80を介して反応ガスを流入することができる。このとき、最も逆流しやすい反応ガスを第1反応ガス供給ライン82を介して基板の縁部に供給し、残りの反応ガスは、第2及び第3反応ガス供給ライン84、86を介して基板の中心部に供給する。また、第2及び第3反応ガスが互いに反応性がない場合、或いは弱い場合には、図6または図10乃至図13に示したように、シャワーヘッド60またはガス流入システムを用いても良い。すなわち、反応性の強いいずれかの反応ガスを第1反応ガス供給ライン62または140、142、144、146を介して基板の縁部に流

入し、残りの第2及び第3反応ガスは、第2反応ガス供給ライン64又は130を介して基板の中心部に流入する。このとき、第2及び第3反応ガスは同時に流入しても良く、間を置いて順次流入しても良い。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、本発明による反応チャンバガス流入方法及びそれに用いるシャワーヘッドによると、相互反応性のある反応ガスを、1つは基板の縁部に向けて流入し、残りは基板の中心部に向けて流入することにより、シャワーヘッド及び反応チャンバの内部における汚染粒子の生成が抑えられ、しかも蒸着速度が増大できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来混合式シャワーヘッドの構造を示す断面図。

【図2】図1に示されたシャワーヘッドの底面図。

【図3】従来分離式シャワーヘッドの構造を示す断面図。

【図4】図3に示されたシャワーヘッドの底面図。

【図5】図3及び図4に示したシャワーヘッドを用いて基板上にTiN膜を形成するとき、パージガスの流量と蒸着速度との関係を示したグラフ。

【図6】本発明によるシャワーヘッドの第1の実施の形態を示す断面図。

【図7】図6に示したシャワーヘッドの底面図。

【図8】本発明によるシャワーヘッドの第2の実施の形態を示す断面図。

【図9】図8に示したシャワーヘッドの底面図。

【図10】本発明による反応チャンバガス流入方法の第1の実施の形態を示す図。

【図11】本発明による反応チャンバガス流入方法の第2の実施の形態を示す図。

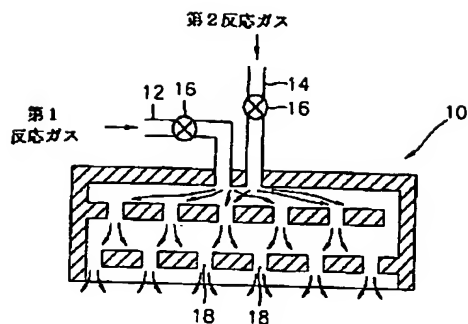
【図12】本発明による反応チャンバガス流入方法の第3の実施の形態を示す図。

【図13】本発明による反応チャンバガス流入方法の第4の実施の形態を示す図。

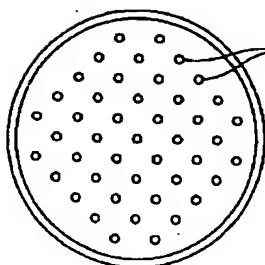
【符号の説明】

100 反応チャンバ
110 基板
120 基板ホルダ
130、140 放出口

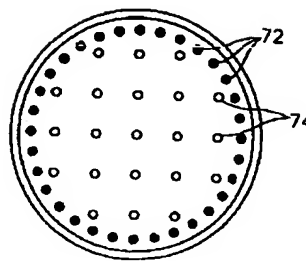
【図1】



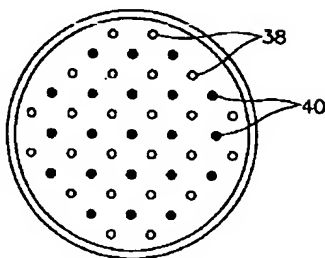
【図2】



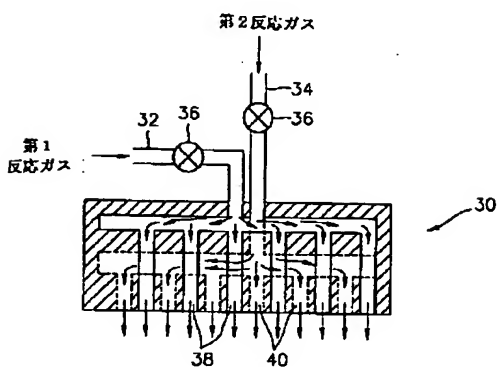
【図7】



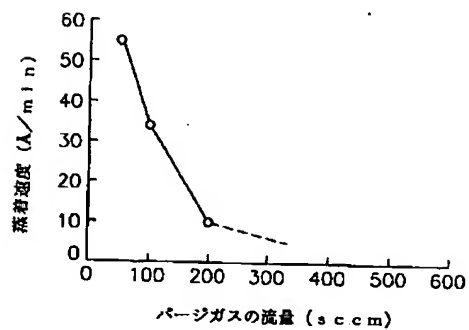
【図4】



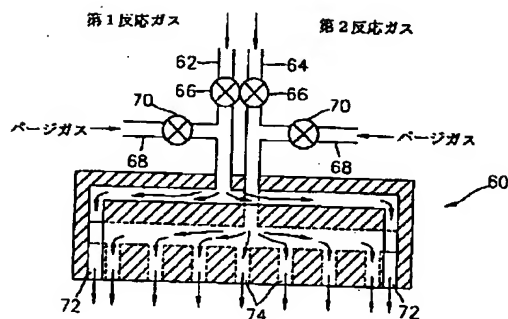
【図3】



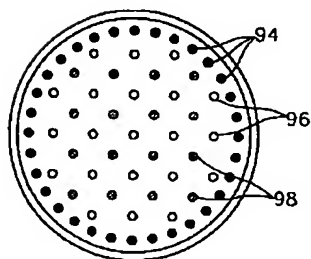
【図5】



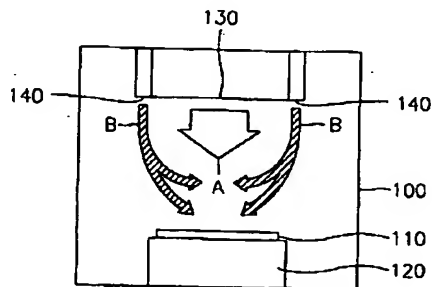
【図6】



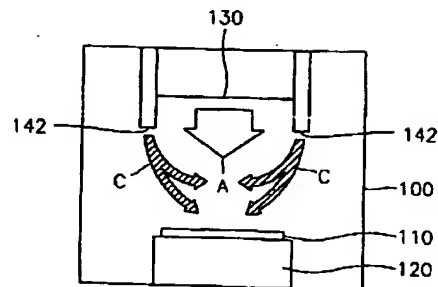
【図9】



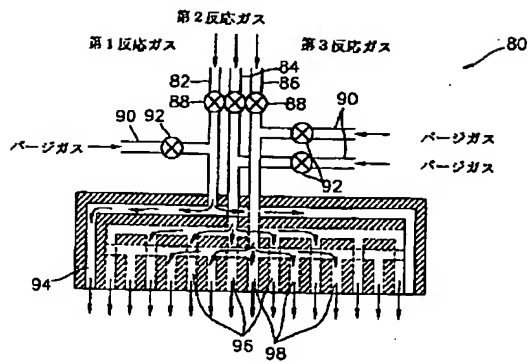
【図10】



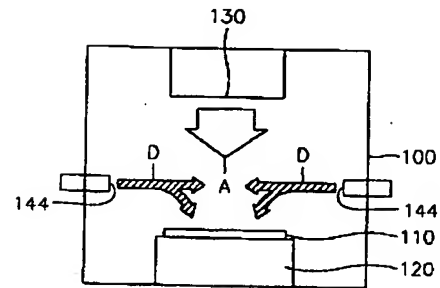
【図11】



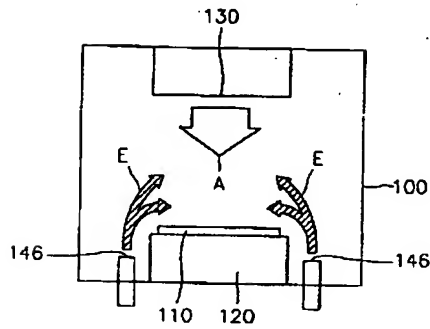
【図8】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 姜 尚 範
大韓民国ソウル特別市瑞草区盤浦本洞1069
番地 盤浦アパート15棟202号

(72)発明者 李 相 ▲イン▼
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘2洞1211
番地 韓国1次アパート104棟706号

(72)発明者 柳 圭 完
大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞957-
6番地 清明マウル碧山アパート335棟304
号

THIS PAGE BLANK (USPTO)